2017年 6 月
第12卷 第6期

电工程学报
JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING

Jun. 2017
Vol.12 No. 6

DOI：10.11985/2017.06.004

10kV配电线路带电作业固定引流线及跳线绝缘装置的研究

汪志刚[1,2] 李 稳[1,2] 李 游[3]

（1. 国网湖南省电力公司带电作业中心 长沙 410007
2. 智能带电作业技术及装备（机器人）湖南省重点实验室 长沙 410007
3. 国网湖南省电力公司 长沙 410007）

摘要：10kV 配电线路不停电检修中，作业人员在进行装、拆引流线和断、接跳线时，由于杆塔及设备上无合适的固定位置，易摆动造成短路或接地而引发安全事故。本文首先对现有方法的不足进行了详细分析和论述，针对性地设计并研制出一种绝缘固定装置，其主要由伸缩式绝缘底座、绝缘支杆、固定装置构成。通过现场试验验证表明：本装置通用性强、操作方便、安全可靠，可有效解决 10kV 带负荷更换柱上设备或断、接跳线作业中引流线及跳线无固定位置的问题，极大地提高了作业效率和作业安全性，同时缩短了用户的停电时间，提高了供电可靠性，对电网安全运行和供电连续性提供了有力技术支撑，具有很高的推广应用价值。

关键词：配电线路 带电作业 引流线 跳线

中图分类号：TP24

Study of Insulation Device of Fixed Drainage Line and Jumper for Live Working of 10kV Distribution Line

Wang Zhigang[1,2] *Li Wen*[1,2] *Li You*[3]

（1. State Grid Hunan Electric Power Company Live Working Center
Changsha 410007 China
2. Hunan Province Key Laboratory of Intelligent Live Working Technology and Equipment
(Robot) Changsha 410007 China
3. State Grid Hunan Electric Power Company Changsha 410007 China）

Abstract: In the 10kV distribution line live work, due to the tower and the equipment without a suitable fixed position, workers disassemble and remove the drain line and disconnect jumper easily lead to short circuit or ground, and lead to security incidents. Firstly, in this paper, the shortcomings of the existing methods are analyzed and discussed in detail, and an insulation fixture is designed and developed. It consists of telescopic insulated base, insulated pole and fixture. Through the field application shows that the device versatility, easy to operate, safe and reliable. It can solve the replacement of 10kV charged column device, and the jumper no fixed location problem. It greatly improves the work efficiency and safety, shortens the user’s power outage time, improves the power supply reliability, at the same time provides the strong technical support for power grid operation and continuity of power supply. It has a high value in popularization and application.

Keywords: Distribution lines, live working, drainage line, jumper



汪志刚 男 1980年生，高级工程师，主要从事输电线路带电作业方面的工作。



李 稳 男 1990年生，硕士，主要从事输电线路带电作业、高电压技术方面的工作。

收稿日期：2016-08-10

1 引言

目前我国电力行业在开展带负荷更换柱上设备或断、接跳线作业项目时，引流线及跳线的固定方式大都借助绝缘遮蔽工具，对杆塔或横担等接地体进行绝缘遮蔽后，以将其放置在被绝缘的构件上或将断开后的带电跳线采用强制弯曲后回绑在主线上的方式固定[1-6]，作业中不仅需要大量的遮蔽用具且安全系数低，相应劳动强度增大，同时强制弯曲设备可能损伤设备。本文针对这一情况，研制出一种绝缘固定装置，将同相引流线和断开后的跳线同时固定在装置上，这样既能满足安规[7]要求，又能解决作业中的实际困难，同时也提高了作业的安全系数和工作效率。

2 常用的固定引流线及跳线方法比较

目前，带电作业人员在进行装、拆引流线和断、接跳线时，由于现有设备无固定位置，故只能借助绝缘遮蔽工具对杆塔及横担等接地体进行绝缘遮蔽后将其放置在被绝缘的构件上或强制弯曲后回绑在主线上的方式固定[8-13]，如图1所示。该方式在作业中存在以下问题及安全隐患：



图1 引流线及跳线的常规固定方式

Fig.1 The routine fixation of drains and jumpers

（1）需要大量的遮蔽用具。为保证作业安全，必须绝缘遮蔽的部位较多。

（2）安全系数低，损伤设备。作业时，需进行大量的绝缘遮蔽工具的装拆，其过程增加了作业人员的操作频率，容易造成作业人员同时接触不同电位的物体，导致事故发生；其次是因为绝缘遮蔽工具只能用于辅助绝缘，而且极易被金属构件上的尖锐部位刺穿或磨损导致绝缘性能下降而发生危险[14]；另外断开后的带电跳线目前也只能采用强制弯曲后回绑在主线上的方式固定，此方法容易给导线带来机械损伤，造成导线散股、断股，从而留下隐患；最后是将断开的跳线绝缘包裹后悬挂固定，此操作方法既不能有效控制跳线的摆动，也给作业空间增加了障碍。

（3）劳动强度大。作业点应绝缘遮蔽的范围内，不规则的部位较多，利用常规的绝缘工具进行绝缘遮蔽，操作难度大，工序相对复杂。

本文总结以上不停电作业方法中存在的不足，结合实际操作经验，研制了10kV配电线路带电作业固定引流线及跳线的绝缘装置。解决了10kV双横担上设备带负荷更换和无负荷断、接跳线时引流线或跳线无理想固定位置而影响作业安全的问题，降低了作业时发生单相接地或相间短路的风险，以及作业人员的劳动强度。常规作业方法与使用固定引流线及跳线绝缘装置相比优缺点见表1。

表1 两种作业方式的优缺点比较

Tab.1 The comparison of advantages and disadvantages of two operation modes

作业方式	优点	缺点
常规作业方法	可用于各类杆塔	使用的工具多、安全可靠性差、作业时间长
固定引流线及跳线绝缘装置	安全可靠性高、工具少、操作简单、不损伤设备	只能用于双横担杆塔

3 固定引流线及跳线绝缘装置的构成及技术特点

固定引流线及跳线绝缘装置操作简单，牢固可靠，适用各类型柱上双横担尺寸要求。

3.1 固定引流线及跳线绝缘装置的构成

固定引流线及跳线绝缘装置如图2所示，其主要包括伸缩式绝缘底座、绝缘支杆和固定装置。伸缩式绝缘底座主要通过在绝缘板内加装弹簧利用弹簧拉力来固定绝缘底座，支杆长度能有效保证安全距离和有效绝缘长度，固定装置操作灵便、牢固可靠，适用各规格导线、引流线尺寸要求，如图3所示。

3.2 材料选择及主要技术指标

在材料选择上，绝缘底座、绝缘支杆等绝缘部件由环氧树脂材料制作，以达到设备绝缘性能要求；固定装置采用铝合金材料，保证足够的机械强度，

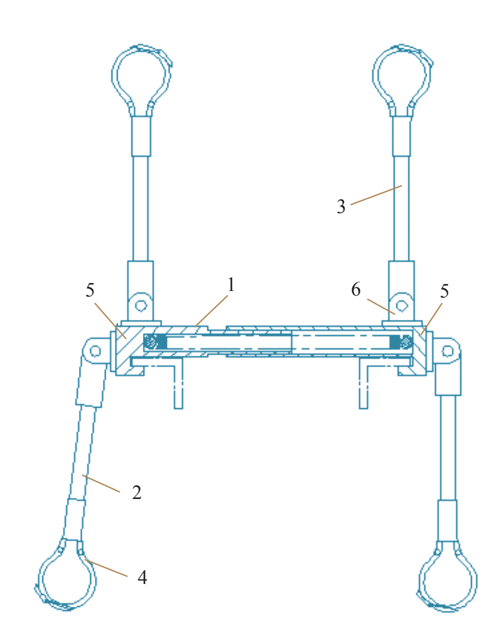


图 2　固定引流线及跳线绝缘装置结构

Fig.2　Fixed drainage line and jumper insulation device structure

1—绝缘伸缩底座　2—跳线固定支杆　3—引流线固定支杆
4—可调节闭锁卡具　5—装置固定卡槽　6—角度调节接头

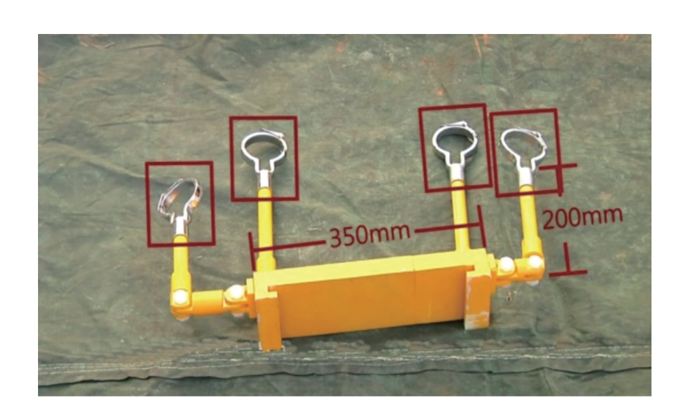


图 3　固定引流线及跳线绝缘装置

Fig.3　Fixed drainage line and jumper insulation device

同时确保装置质量轻。其主要技术指标见表 2。

表 2　固定引流线及跳线绝缘装置技术指标

Tab.2　Technical specification for fixed drainage line and jumper insulation device

适用电压等级 /kV	10
适用杆塔型式	双横担杆塔
绝缘部分规格 /mm	400 × 150 × 200
质量 /kg	6
工频耐受电压 /kV	45

3.3　固定引流线及跳线绝缘装置的技术特点

（1）通用性强。固定引流线及跳线绝缘装置的伸缩式绝缘底座主要通过在绝缘板内加装弹簧利用弹簧拉力来固定绝缘底座，满足柱上双横担尺寸要求。

（2）操作简便。固定引流线及跳线绝缘装置带负荷更换柱上设备或断、接跳线作业时，将伸缩式绝缘底座固定在双横担上，并将引流线和断开的带负荷的跳线固定在绝缘支架上，一次到位，不需辅助工具，操作简便，可节省大量的绝缘遮蔽工具和作业时间，使作业人员安全可靠地完成带负荷更换柱上设备或断、接跳线作业。同时该装置仅重 6kg，只需一人即可完成作业。

（3）安全可靠。在 10kV 带负荷更换柱上设备或断、接跳线作业项目时，将引流线及跳线固定在绝缘支架上，避免作业时发生单相接地和相间短路问题，降低作业人员的劳动强度，减少操作频率确保作业安全，提高作业效率，减少停电时间。

4　现场操作实验及结果

4.1　现场操作实验

为了检验固定引流线及跳线绝缘装置的现场应用情况，在配网线路模拟场进行了现场安装及使用，如图 4 所示。



图 4　现场组装

Fig.4　Site assembly

更换单相隔离开关的固定引流线及带负荷断开跳线步骤如下：①对带电体进行绝缘遮蔽；②安装固定引流线及跳线绝缘装置；③将引流线及带负荷断开跳线固定在绝缘支架上；④更换单相隔离开关；⑤连接隔离开关引线；⑥拆除分流线和绝缘固定装置及遮蔽工具。

4.2　现场操作实验结果

通过现场安装固定引流线及跳线绝缘装置，在

更换单相隔离开关时，可将引流线及断开的跳线固定在固定引流线及跳线绝缘装置的绝缘支架上。避免了绝缘遮蔽工具被金属构件上的尖锐部位刺穿而发生危险；同时，无需将断开后的带电跳线采用强制弯曲后回绑在主线上的方式固定，从而避免了折伤导线造成导线散股、断股；最后避免将断开的跳线绝缘包裹后悬挂固定，有效地控制了跳线的摆动。

5 固定引流线及跳线绝缘装置的使用范围及注意事项

5.1 使用范围

固定引流线及跳线绝缘装置适用于10kV配电线路双横担杆塔上设备带负荷更换和无负荷断、接跳线作业，起固定引流线及跳线的作用。

5.2 安全注意事项

（1）固定引流线及跳线绝缘装置要定期进行电气试验以及机械试验。

（2）应按照带电作业工器具要求进行保存，现场使用前还应进行现场检测。

（3）固定装置安装牢固。在安装过程中，作业人员动作幅度不能太大。

6 实用效果分析

根据固定引流线及跳线绝缘装置的工作原理和适用范围，本文通过以下几点进行分析。

（1）实用性。杆塔上设备带负荷更换和无负荷断、接跳线时，使用常规方法固定引流线及跳线时工序复杂、耗费的时间长、工效低，而本文研制的固定引流线及跳线绝缘装置能实现对引流线及跳线可靠地固定，其使用方便、实用性强，减少了作业时间，极大地减轻了作业人员的劳动强度。

（2）安全性。使用固定引流线及跳线绝缘装置，可将引流线及断开的跳线固定在固定引流线及跳线绝缘装置的绝缘支架上，避免了绝缘遮蔽工具被金属构件上的尖锐部位刺穿而发生危险；同时，无需将断开后的带电跳线采用强制弯曲后回绑在主线上的方式固定，从而避免了给导线带来机械损伤，造成导线散股、断股；最后避免将断开的跳线绝缘包裹后悬挂固定，有效地控制了跳线的摆动。

7 结束语

本文研制的10kV固定引流线及跳线绝缘装置，可有效解决10kV带负荷更换柱上设备或断、接跳线作业项目时引流线及跳线无固定位置的问题，大大提高了作业效率和安全性，缩短了用户的停电时间，提高了供电可靠性，减少了电量损失，保证了电网安全运行和供电连续性，具有很高的推广应用价值。

参考文献

[1] 张海胜．带负荷10kV配电线路更换隔离开关作业的探讨与实施[D]．天津：天津大学，2010．

[2] 胡青．过电压对配网带电作业的影响及安全措施的研究[D]．北京：华北电力大学，2014．

[3] 沈裕祥，屠海燕，何宝龙．10kV线路带电更换合上位置柱上负荷开关[J]．供用电，2011，28(6)：77-79．
Shen Yuxiang, Tu Haiyan, He Baolong. Live replacement of pole-mounted load switch at close status in 10kV power line[J]. Distribution & Utilization, 2011, 28(6): 77-79.

[4] 倪志坚．沈阳供电公司10kV电缆线路不停电作业技术的应用研究[D]．北京：华北电力大学，2015．

[5] 孙承勇，杨益．10kV带电作业工具研制[J]．云南电力技术，2013(5)：61-63．
Sun Chenyong, Yang Yi. Development of 10kV live working tools[J]. Yunnan Electric Power, 2013(5): 61-63.

[6] 姚志刚，刘强声．10kV带负荷配电线路更换隔离开关时的作业方法及安全措施研究[J]．山东工业技术，2013(14)：69-70．
Yao Zhigang, Liu Qiangsheng. Analysis of operation method and safety countermeasure of 10kV power distribution line with load changing and isolating switch[J]. Shandong Industrial Technology, 2013(14): 69-70.

[7] 国家电网公司.电力安全工作规程(电力线路部分)[M]．北京：中国电力出版社，2013．

[8] 王钰锌．10 kV配电线路带电作业危险点及预控对策分析[J]．科技与创新，2014(8)：27．
Wang Yuxin. 10 kV distribution lines live and pre-control operations danger point countermeasures[J]. Science & Technology & Innovation, 2014(8): 27.

[9] 仓国斌，孙逊．10kV线路带电断接引流线技术研究[J]．云南电力技术，2012，40(6)：93-94．
Cang Guobin, Sun Xun. Study on the technology of 10kV line charging and disconnecting drainage line

[J]. Yunnan Electric Power Technology, 2012, 40(6): 93-94.

[10] 孙承勇，段云波，王茂．10kV 配网线路非常规引流线带电接入新技术研究 [J]．云南电力技术，2015(2)：56-58．
Sun Chenyong, Duan Yunbo, Wang Mao. Research on new technology of unconventional leading wire charged access in 10kV distribution network[J]. Yunnan Electric Power, 2015(2): 56-58.

[11] 杨彦枫．10 kV 配电线路带负荷更换线路断路器作业方法 [J]．黑龙江电力，2006，28(2)：134-136．
Yang Yanfeng. Maintenance way of replacement line breaker on load for a 10 kV distribution line[J]. Heilongjiang Electric Power, 2006, 28(2): 134-136.

[12] 侯克文，刘庆峰，吴勇，等．带负荷更换 10kV 负荷开关应用研究 [J]．东北电力技术，2013，34(10)：15-17．
Hou Kewen, Liu Qingfeng, Wu Yong, et al. Research on replacement methods of loading switch[J]. Northeast Electric Power Technology, 2013, 34(10): 15-17.

[13] 肖国德，王鑫，沈阳朔．引流线旁路带电作业法在配电检修工作中的应用及其扩展 [J]．安徽电力，2007(1)：34-37．
Xiao Guode, Wang Xin, Shen Yangsuo. Using by-pass jumper charged maintenance method on power distribution overhaul and its expand[J]. Anhui Electric Power, 2007(1): 34-37.

[14] 杨晓翔，肖为忠，张鹰．带负荷更换 10kV 线路柱上开关的作业方法 [J]．湖州师范学院学报，2009(s1)：148-150．
Yang Xiaoxiang, Xiao Weizhong, Zhang Ying. Operation method of replacing 10kV line column switch with load[J]. Journal of Huzhou Teachers College, 2009(s1): 148-150.

（上接第 6 页）

[9] Antonopoulos A, Angquist L, Nee H P. On dynamics and voltage control of the modular multilevel converter[C]. In Proc. EPE, Barcelona, Spain, 2009: 1-10.

[10] Cereia M, Cibrario Bertolotti I, Scanzio S. Performance of a real-time EtherCAT master under Linux[J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2011, 7(4): 679-687.

[11] Dalimir Orfanus, Reidar Indergaard, Gunnar Prytz, et al. EtherCAT-based platform for distributed control in high-performance industrial applications[J]. Emerging Technologies & Factory Automation, 2013, 9(18): 1-8.

[12] 郇极，刘艳强．工业以太网现场总线 EtherCAT 驱动程序设计及应用 [M]．北京：北京航空航天大学出版社，2013．

[13] 申斐斐，施科研，吕栋，等．一种模块化平流器的控制器架构 [J]．电源学报，2012，41(3)13-17．
Shen Feifei, Shi Keyan, Lv Dong, et al. A controller architecture of modular multilevel converter[J]. Journal of Power Supply, 2012, 41(3): 13-17.